19
Lane Medical Library

Aus der Universitätsfrauenklinik Gießen
Direktor: Prof. Dr. R. Th. von Jaschke

Beitrag zur Frage des Säuren-Basen-Gleichgewichtes in der Schwangerschaft. Das Verhalten der Alkalireserve in der Schwangerschaft.

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

Medizinischen Fakultät

der

Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von

Hans Hinterlang
aus Klein-Linden

Gießen 1937
Druckerei Wilh. Herr, Gießen

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät Gießen vom 2. 2. 1937.

Kommiss. Dekan: Professor Dr. Fischer
Referent: Professor Dr. Rossenbeck

Die Aufrechterhaltung konstanter Säuren-Basenverhältnisse im Blut gehört zu einer der wichtigsten Funktionen des menschlichen Körpers. Geringe Verschiebungen der aktuellen Reaktion des Blutes nach der sauren oder alkalischen Seite führen zu den stärksten krankhaften Reaktionen (Coma, Tetanie); größere Abweichungen sind mit dem Leben nicht verträglich. Unter physiologischen Bedingungen erfährt das Säuren-Basengleichgewicht nur geringe Schwankungen innerhalb eines engen Reaktionsbezirkes, obwohl durch den Lebensprozeß mit der Bildung vorwiegend saurer Stoffwechselprodukte, sowie durch die Aufnahme der durch die Nahrung zugeführten sauren oder basischen Valenzen, dauernd eine Verschiebung der Reaktion droht. Die normale Reaktionsbreite des Blutes bewegt sich zwischen pH = 7,30 bis 7,40. Das Blut ist also leicht alkalisch. Um diese Reaktion konstant zu erhalten, bedient sich der Körper eines vielseitigen Regulationsmechanismus. Einmal sind es Atemzentrum und Niere, Darm, Haut und Gewebe, deren sich der Organismus zur Kompensation einer Acidose bzw. Alkalose bedient, sodann besitzt aber auch das Blut selbst weitgehend die Fähigkeit, Veränderungen seiner aktuellen Reaktion erheblichen Widerstand entgegenzusetzen durch seine Eigenschaft als Pufferlösung.

> Unter Pufferung versteht man die Eigenschaft einer Lösung, eine pH-Verschiebung bei Zusatz von Säuren oder Basen in ziemlich weitem Umfang auszugleichen. Für eine ungepufferte Lösung wird zur Erreichung einer bestimmten pH-Verschiebung in der Lösung eine geringe Säure- oder Basenmenge benötigt, für eine gepufferte Lösung eine sehr viel größere Säure- oder Basenmenge. Die wirkungsvollsten Puffer sind Gemische von schwachen Säuren oder Basen mit ihren Salzen. Die Pufferwirkung beruht auf der geringen elektrolytischen Dissoziation schwacher Säuren oder Basen.

Träger der Puffereigenschaften im Blut sind die Eiweißkörper, die Phosphate und die Bicarbonate. Letztere „überwiegen an Menge und Wirksamkeit so sehr, daß sie als Puffersubstanzen des Blutes katexochen angesehen werden können". (L. Seitz.)

Im Falle des Blutes ist also das Verhältnis der Konzentration von Kohlensäure und Bicarbonat $\frac{CO_2}{NaHCO_3}$ maßgebend für die Reaktion bzw. deren Aufrechterhaltung. Man sieht ohne weiteres,

daß die Wasserstoffionenkonzentration sowohl von dem Wert des Zählers als auch des Nenners abhängig ist und dieselbe bleiben kann, auch bei verschiedenen absoluten Werten, wenn nur das gegenseitige Verhältnis dasselbe ist.

Gelangen z. B. aus dem Stoffwechsel oder durch die Nahrung saure Substanzen ins Blut, so wird von ihnen ein Teil des sonst an Kohlensäure gebundenen Natriums beansprucht. Es kann also jetzt weniger Kohlensäure gebunden werden. Der Überschuß an Kohlensäure regt das Atemzentrum an und die Kohlensäure wird durch eine bessere Lungenventilation in den Alveolen und im Blut niedriger. Das Verhältnis von $\frac{CO_2}{NaHCO_3}$ jedoch bleibt dasselbe und damit auch die Reaktion des Blutes. Wird aber der Säureandrang immer größer, so wird schließlich ein so großer Teil des Alkali in Beschlag genommen, daß der Abtransport der Kohlensäure aus den Geweben nicht mehr in genügendem Maße erfolgen kann. Es kommt zu einer Acidose (Coma).

Tritt umgekehrt eine Vermehrung der basischen Valenzen auf, so wird die Kohlensäure an diese gebunden und die Menge der freien Kohlensäure nimmt ab. Es kommt schließlich zu einer Alkalose (Tetanie).

Diejenige Menge von Basen, die zur Absättigung der Kohlensäure zur Verfügung steht, nennt man Alkalireserve Da das Blut wegen des beständigen Austausches seiner Ionen mit denen der Gewebe das Säure-Basengleichgewicht des ganzen Körpers innerhalb gewisser Grenzen widerspiegelt, ist es wohl gerechtfertigt, die Alkalireserve des Blutes als einen Indikator für die Reaktionslage des Gesamtorganismus anzusehen. Die Bestimmung der Alkalireserve gewährt somit einen weitgehenden Einblick in die Säuren-Basenverhältnisse, zumal sie schon bei noch voller Leistung des Regulationsmechanismus — also bei normalen pH-Werten — Verschiebungen im Säuren-Basengleichgewicht anzuzeigen vermag, während die Bestimmung der aktuellen Reaktion erst ein Indikator für die Reaktionslage im Organismus wird, wenn die Hilfsmittel der Pufferung bereits versagt haben.

Um einen Einblick in die Reaktionslage des Organismus während der Schwangerschaft zu bekommen, ist mit den verschiedensten Apparaten und Methoden gearbeitet worden. Ein Teil der Autoren untersuchte direkt die Wasserstoffionenkonzentration, anderen wieder erschien es aussichtsreicher, die dem Körper zur Verfügung stehenden Puffer, die ja der Aufrechterhaltung des Ionengleichgewichts dienen, zu bestimmen.

Der erste Autor, der sich mit der Frage der Blutreaktion in der Gravidität befaßte, war Blumreich (1899). Er benutzte zu seinen Bestimmungen die Löwy'sche Titrierungsmethode am lackfarbenen Blut. In der Mehrzahl der untersuchten Fälle fand

er eine Erhöhung der Alkaleszenz des Blutes in der Schwangerschaft, aber auch normale und unternormale Werte wurden festgestellt.

Zu entgegengesetzten Resultaten kam Zangemeister (1903) mittels des Zuntz'schen Titrierverfahrens des Plasmas.

Keine Abweichung von der Norm fanden Farkas und Scipiades.

Leimdörfer, Novak und Porges zogen zur Erforschung der chemischen Verhältnisse im graviden Organismus als Erste die Bestimmung der alveolären CO_2-Spannung heran (Meth. Plesch) und fanden schon vom 2. Monat an eine Verminderung derselben. Im Wochenbett ging die CO_2-Spannung schnell wieder herauf.

Michaelis bestimmt in 23 Fällen von Schwangerschaft die Wasserstoffzahl und fand sie durchschnittlich etwas kleiner als in der Norm. Sein Durchschnittswert betrug 7,645 gegenüber dem Normalwert 7,561 (nach Bockelmann und Rother).

Nach Hasselbach und Gammeltoft (Gasketten-methode) besteht während der Schwangerschaft eine Acidose, die aber durch herabgesetzte CO_2-Spannung des Blutes praktisch kompensiert wird.

Bockelmann und Rother prüften die Aciditätsverhältnisse in der Normalschwangerschaft nach der Methode von Rohony. Diese Autoren kamen zu folgendem Ergebnis: Das Kohlensäurebindungsvermögen ist in den ersten Monaten der Gravidität nur geringgradig verändert, zeigt aber gegen Ende der Schwangerschaft, sowie auch während der Geburt, eine deutliche Herabsetzung. Im Wochenbett liegen die Werte wieder höher als bei der normalen Nichtschwangeren.

Williamson bestimmte nach der van Slyke'schen Methode fortlaufend das Kohlensäurebindungsvermögen von Normalpersonen während der Gravidität, der Geburt und den ersten Tagen des Wochenbetts und fand ein allmähliches Absinken des Bindungsvermögens von normalen Werten von über 50 Vol. % auf etwa 40 Vol. % in der Schwangerschaft, einen jähen Abfall während der Geburt — manchmal bis auf 30 Vol. % — und eine schnelle Rückkehr zur Norm während des Wochenbetts. Die pH-Werte waren stets normal.

Die von Weißmann-Netter ausgeführten Untersuchungen über die Alkalireserve in der Schwangerschaft nach dem titrimetrischen Verfahren von Guillaumin führen zu Ergebnissen, die die Untersuchungen von Hasselbach und Gammeltoft, von Bockelmann und Rother sowie auch von Williamson weitgehend bestätigen. Sie fanden eine Herabsetzung der Alkalireserve in der Schwangerschaft, während der Geburt dagegen keine weitere Verminderung. Im Wochenbett

beobachteten sie eine langdauernde Acidose, die oft bis zur Beendigung und Versiegen der Milchsekretion andauerte.

Eine Herabsetzung der Alkalireserve fand auch St. Wieser (1925).

Ebenso wurde auch von Vozza, der mit dem van Slyke'schen Apparat arbeitete, eine Herabsetzung angegeben. Während der Geburt sah er einen Anstieg der Acidose mit einem Maximum im Moment der Austreibung. Im Wochenbett wurde ein schneller Anstieg festgestellt. Schon nach 24 Stunden waren normale Werte erreicht.

Adlersberg und Kauders haben bei 25 normalen Schwangeren die Kohlensäurespannung der Alveolarluft parallel mit der Alkalireserve im allgemeinen gleichmäßig herabgesetzt gefunden. Die H-Ionenkonzentration liegt innerhalb der Norm, aber nach der sauren Seite zu.

Albani ermittelte die alveoläre CO_2-Tension nach der Methode von Pirodini. Er stellte ein progressives Sinken der CO_2-Spannung vom 4. Monat ab fest, ein weiteres Absinken während der Eröffnungsperiode und mit zunehmender Wehentätigkeit. Sofort nach der Geburt erfolgt ein rascher Anstieg, der sich langsam fortsetzt, sodaß am 6. Wochenbettstag die normalen Werte Nichtschwangerer wieder erreicht sind.

Scaglione bestimmte in 46 Fällen bei gesunden Schwangeren die Alkalireserve (Methode van Slyke). In 4 Fällen ergaben die Bestimmungen normale Werte, in 18 eine leichte und in 23 eine ausgesprochene Acidose. Während der Geburt sinkt die Alkalireserve noch weiter ab. Im Wochenbett erfolgte ein allmählicher Anstieg zur Norm.

Schmidt und Wingen benutzten zu ihren Untersuchungen den von Verzar modifizierten Barcroft'schen Apparat. Bei nichtschwangeren, organgesunden Frauen fanden sich im Durchschnitt bei 8 Doppelanalysen 49 Vol. % CO_2. Bei Schwangeren und Kreissenden gingen die Werte auf 42 Vol. % CO_2 im Durchschnitt zurück. Für das Wochenbett zeigten die Untersuchungen einen langsamen Anstieg der Blutkohlensäure, sodaß Ende der 2. Woche die Norm erreicht war.

Siderov arbeitete nach der van Slyke'schen Methode und stellte mit zunehmender Schwangerschaft ein Sinken der Alkalireserve fest. In den ersten Wochenbettstagen stellt sich der Normalwert der Alkalireserve wieder ein.

Keine ausgesprochene Herabsetzung der Alkalireserve in der Schwangerschaft fand Pascali. Mit Wehenbeginn sah aber auch er ein Absinken.

Unter Benutzung der Gaskettenmethode und des Potentiometers nach Mislowitzer fand Bock für Normalpersonen einen pH-Wert von 7,52. Für die erste Hälfte der Schwangerschaft, für die Geburtsperiode und für das Wochenbett konnte keine Abweichung von der Norm festgestellt werden. Nur in

den letzten Wochen der Gravidität trat eine geringgradige Verschiebung des Wasserstoffexponenten nach der sauren Seite ein.

Im Gegensatz zu diesen Untersuchungen haben Siedentopf und Eissner für die Schwangerschaft eine Verschiebung der aktuellen Reaktion nach der alkalischen Seite angegeben, die mit dem Fortschreiten der Gravidität zunimmt. Bei Schwangeren im 7.—10. Monat war der pH-Wert im Durchschnitt von 7,390 auf 7,443 verschoben. Die von Bock angegebenen Verschiebungen der Reaktion nach der sauren Seite konnte von diesen Autoren nicht bestätigt werden. Unter der Geburt wurde die aktuelle Reaktion ungefähr gleich der bei normalen Nichtschwangeren gefunden. Es besteht also eine kurzdauernde Geburtsacidose, nach dieser zeigt sich im Beginn des Wochenbetts nochmals eine Alkalose. Vom 7.—8. Wochenbettstag an ist die Reaktion normal.

Nach den Untersuchungen von Wirz ist die Wasserstoffionenkonzentration in der Gravidität — berechnet nach den Durchschnittswerten vor und nach der Schwangerschaft — um 0,03 alkalischer (7,46 vor, 7,49 nach der Schwangerschaft). Dieses Ergebnis entspricht den Befunden von Michaelis und Siedentopf und Eissner, die am Ende der Schwangerschaft eine etwas alkalischere Reaktion fanden als außerhalb der Gravidität. Allerdings gelten die Wirz'schen Angaben nur für die Durchschnittswerte. Die Einzelwerte liegen innerhalb eines Normalbereichs. Wirz sieht die geringen Verschiebungen nach der einen oder anderen Seite als Zufallsbefunde an und kommt zu dem Schluß, daß während der Schwangerschaft die Wasserstoffionenkonzentration innerhalb der physiologischen Breite konstant ist.

Normale pH-Werte im Plasma während der Schwangerschaft, der Geburt und des Wochenbetts fanden Burger und Rodwany mit dem Potentiometer. Bei der Geburt kommt es zwar zu einer geringen Verschiebung nach der sauren Seite, doch wird diese mit der vermehrten Muskelarbeit erklärt. Die Alkalireserve (Methode van Slyke) ist in der Gravidität herabgesetzt.

Gaebeler und Rosene bestimmten bei der gesunden Schwangeren die Gesamt-CO_2 und die Wasserstoffionenkonzentration im Plasma. Die pH-Bestimmungen wurden nach dem von Myers, Schmitz und Bocker angegebenen Verfahren gemacht. Die Kohlensäure wurde nach Cullan und van Slyke bestimmt. Der CO_2-Gehalt wurde erniedrigt gefunden. Nach der Entbindung steigt er zu einem fast normalen Wert an. Die Reaktion des Blutes ist während der Schwangerschaft alkalischer als außerhalb der Schwangerschaft. Die Rückkehr zur Norm erfolgt bei der H-Ionenkonzentration im Wochenbett erst allmählich, während ein baldiger Anstieg der CO_2-Werte zu erkennen ist.

Auch Leon und Dambrosi fanden bei ihren Untersuchungen über den Einfluß des pH und der Alkalireserve bei

der Manoiloff'schen Probe die Alkalität des Blutes während der Schwangerschaft erhöht. Die Wasserstoffionenkonzentration steigt von 7,38 bei der Nichtschwangeren auf 7,446 in der 2. Hälfte der Schwangerschaft. Bei der Kreissenden ist der pH-Wert gleich 7,394. Die Alkalireserve bei der Gebärenden ist geringer als bei der Schwangeren.

Gleiche pH-Werte bei Schwangeren und Nichtschwangeren gibt wieder Kydd an. Den Kohlensäuregehalt des Serums fand er um 4 Vol. % gegenüber der Norm herabgesetzt.

Den Untersuchungen von Behrendt, Berberich und Eufinger ist zu entnehmen, daß eine Abweichung der pH-Werte nach der sauren oder alkalischen Seite nicht vorhanden ist. Die Alkalireserve zeigt normale oder herabgesetzte Werte.

Osman, Arnold und Close teilen auf Grund von 238 in allen Stadien der Schwangerschaft ausgeführten Untersuchungen eine erhebliche Abnahme der molaren Konzentration der Plasmabicarbonate während der normalen Schwangerschaft mit.

Burtscher und Malfatti bestimmten die Alkalireserve im Vollblut mit der van Slyke'schen Methode. In der Schwangerschaft fand sich ein tiefer Stand der Alkalireserve. Der Geburtsakt brachte eine weitere Herabsetzung und zwar bei Primiparen ausgesprochener als bei Multiparen. In den ersten Tagen des Wochenbetts kommt es zu einem Ansteigen der Alkalireserve. Normale Werte werden aber noch nicht erreicht. Dieser Anstieg erfährt durch die Laktation eine Unterbrechung, indem durch den Milcheinschuß ein neuerliches Absinken der Alkalireserve bewirkt wird.

Ihre Bestätigung fanden diese Untersuchungen durch die Arbeit von Goldschmidt-Fürstner. Dieser Autor bestimmte die CO_2-Spannung der Alveolarluft und benutzte zu seinen Bestimmungen die von Bohn in Anlehnung an den Haldane'schen Apparat geschaffene Apparatur, die eine große Anzahl aufeinander folgender Untersuchungen gestattet. Am Ende der Gravidität beobachtete er einen Tiefstand der alveolären CO_2-Spannung. Ein weiteres mäßiges Absinken erfolgt in der Eröffnungsperiode, das in einen schroffen Abfall in der Austreibungsperiode übergeht. Der Anstieg der CO_2 erfolgt sofort nach der Geburt, schon in der Nachgeburtsperiode und schreitet allmählich bis zum 6. Wochenbettstag fort. Er wird unterbrochen von der „Laktationszacke", deren Höhepunkt mit größter Spannung der Brüste, während der Tiefpunkt mit dem Ingangkommen der normalen Sekretion zusammenfällt.

Llusia hat bei 18 normalen Schwangeren vom 7. Monat an die Alkalireserve nach der Methode van Slyke aus dem nüchtern entnommenen Blut bestimmt. Aus demselben Blut bestimmte er auch das Säuren-Basengleichgewicht mit der Indika-

torenmethode. Dabei zeigte sich eine Verschiebung des pH-Mittelwertes nach der sauren Seite hin, jedoch noch in den Grenzen des Normalen. Die Alkalireserve wurde gegenüber der Norm herabgesetzt gefunden.

Dagegen fand wieder Delli Veneri keine grundlegenden Differenzen der Alkalireserve in und außerhalb der Schwangerschaft, jedoch konstant eine Veränderung der Kohlensäure der Alveolarluft, „sodaß eine leichte Acidose nicht geleugnet werden kann".

Am Schluß der Literaturwiedergabe seien die Ergebnisse zur schnellen Übersicht und zum besseren Vergleich der Einzelergebnisse nochmals kurz in Form einer Tabelle zusammengestellt. Von einer Wiedergabe, der mit den heute nicht mehr als ausreichend angesprochenen Methoden ausgeführte Untersuchungen von Blumreich, Zangemeister, Farkas und Scipiades ist dabei abgesehen worden (Tabelle 1).

Autor	Methode	Normalwert	Schwangerschaft	Geburt	Wochenbett
Adlersberg u. Kauders	CO_2-Spannung der geschlossenen Alveolarluft Meth. Plesch, Modific. n. Porges	5,50—7 Vol. %	meist herabgesetzt 5,43 (5,16—6,17) Vol. %		
	CO_2 der offenen Alveolarluft. Meth. Haldane Modif. und Henderson u. Morris	35—40 mm Hg	herabgesetzt 29,3—25,7 mm Hg		
	CO_2-Bindungsvermögen n. Haldane-Barcroft		unter der unteren Normalgrenze		
	pH errechnet nach der Hasselbach'schen Formel	7,28—7,38	in 6 Fällen an d. unteren Grenze in 2 Fällen innerhalb d. Norm pH = 7,30 —7,35		
Albani	Pirodini		zunehmendes Sinken der CO_2-Spannung vom 4. Monat ab	weiteres Sinken	Rascher Anstieg d. CO_2-Spannung am 6. Tag normal
Berendt, Berberich und Eufinger	pH Potentiometer n. Mislowitzer		normal		
	CO_2 im Serum titrimetisch n. van Slyke		normal oder herabgesetzt		
Bock	pH elektrometrisch mittels Gaskette	7,52 (pH 18° = 7,51-7,61)	I. Hälfte pH = 7,51 (pH 16-26° = 7,40—7,61) in den letzten Wochen pH = 7,47 (pH 18-26° = 7,35—7,59)	pH = 7,52 (pH 19—26° = 7,39—7,60)	pH = 7,52 (pH 20—24° = 7,48—7,56)

Autor	Methode	Normalwert	Schwangerschaft	Geburt	Wochenbett
Bockelmann und Rother	Rahoni Carbonatzahl C.	C = 1,77 (1,42—1,86)	Mens 2—3: c = 1,74 „ 6: c = 1,75 „ 9—10: c = 1,73 Ende 10: c = 1,60	c 1,62 (1,44—1,86)	c 1,76 am 2.—4. Tag normal
Burger und Rodwany	pH im Plasma mittels Potentiometers	—	pH unverändert	pH: minimale Verschiebung n. der sauren Seite	
	Alkalireserve nach van Slyke		herabgesetzt		
Burtscher und Malfatti	Alkalires. nach van Slyke im Gesamtblut		vermindert	weitere Verminderung	in den ersten 3-4 Tagen Anstieg d. A.-R. aber nicht bis z. Norm. Nach d. Milcheinschuß neuerliches Absinken. Am 21. Tag pp. normal
Delli Veneri	—	—	zwischen 9. Monat und Ende A.-R. 50,1 (41,6–56,1) Vol. % Verminderung der CO_2 in der Alveolarluft	—	—
Goldschmidt-Fürstner	Alveoläre CO_2-Spannung (nach Bohn modifiz. Haldane'scher Apparat)	35—45 mm Hg	Tiefstand der alv. CO_2-Spannung am Ende d. Grav.	Weiteres Absinken in der Eröffnung. Weiteres schroffes Absinken in der Austreibung (24,2 mm Hg). Anstieg in d. Nachgeburtsperiode.	Allmählicher Anstieg unterbrochen von d. „Laktationszacke".
Guidetto	—		A.-R. herabgesetzt	—	A.R. herabgesetzt

Autor	Methode	Normalwert	Schwangerschaft	Geburt	Wochenbett
Hasselbalchu. Gammeltoft	pH Hasselbalch	pH 7,41—7,47	I) pH bei 30 mm CO_2: 7,44 II) pH bei 40 mm CO_2: 7,39 III) pH bei alveol. CO_2: 7,44		I) pH bei 30 mm CO_2: 7,49 II) pH bei 40 mm CO_2: 7,44 III) pH bei alveol. CO_2: 7,44
	alveol. CO_2-Spannung nach Haldane		um rund 7,5 mm tiefer als nach der Geburt		
Kydd	A.-R. im Serum nach van Slyke		um 4 % herabgesetzt		
	pH gasometrisch Meth. v. Eisenmann		normal		
Leimdörfer, Novak und Porges	Plesch (CO_2-Spannung in % einer Atmosph.	6,05 % (5,44—7,30)	herabgesetzt 5,27 % (4,39—6,30)		
Leon und Dambrosi	—	pH = 7,38	II. Hälfte: pH = 7,446 Mens X: pH = 7,443 A.-R.: 41 Vol. % CO_2	pH = 7,394 A.-R.: 36,5 Vol. % CO_2	
Llusia	A.-R. nach van Slyke		A.-R. herabgesetzt 46,4 Vol. %) Verminderung der Kohlensäure in der Alveolarluft.		

Autor	Methode	Normalwert	Schwangerschaft	Geburt	Wochenbett
Mahnert	Barcroft	47,47 (44,39—52,93)	I. Hälfte: CO_2-Gehalt vermindert gegenüber der Norm., aber geringer als in der II. Hälfte: 41,38 (34,34—47,46)		In den ersten 10 Tagen niedriger normal
Michaelis (nach Siedentopf und Eißner)	—	pH = 7,591	pH = 7,645	—	—
Osmann, Arnold und Close	—	—	Sinken der molaren Konzentration des Plasmabikarbonats	—	—
Pascali	—	—	A.-R. normal	Absinken der A.-R. mit Wehenbeginn	—
Scaglione	van Slyke	53 73 Vol. %	4 Frauen: Norm.Werte 18 Frauen: 53-40 Vol. % 28 Frauen: 40-30 „ %	Weiteres Absinken der A.-R.	Allmählicher Anstieg zur Norm.
Schmidt und Wingen	Barcroft	49,5 Vol. % (46,5—53,2)	42,9 (37,6 47,9) Vol. %	--	50,4 (48,9—54,8) Vol. %

Autor	Methode	Normalwert	Schwangerschaft	Geburt	Wochenbett
Siderov	van Slyke		mit zunehmender Schwangerschaft sinken der A.-R.		in den ersten Tagen wieder normal
Siedentopf u. Eißner	Gaskette	pH 38° 4 Werte: pH = 7,38 1 Wert: pH = 7,39 1 Wert: pH = 7,395	I. Hälfte: pH = 7,426 II. Hälfte: pH = 7,443	pH = 7,39	1. Tag: pH = 7,443 5.-8. Tag: pH = 7,383
Vozza	van Slyke		A.-R. herabgesetzt	weiteres Absinken der A.-R. mit tiefstem Wert in der Austreibung	schneller Anstieg nach 24 Stunden schon normale Werte
Weißmann-Netter	titrimetrisch. und colorimetr. Verfahren von Guillaumin	53—56 Vol. % CO_2	43,6—53,8 Vol. % CO_2	wie in der Grav.	lang dauernde persistierende Acidose
Williamson	van Slyke		Allmählich zunehmendes Absinken des CO_2-Bindungsvermögens von norm. Werten über 50 Vol.% auf ca. 40 Vol.% pH normal	plötzlicher Abfall gelegentlich bis unter 30 Vol. % pH normal	schneller Anstieg pH normal
Wieser	van Slyke	53 Vol.% (n. v. Slyke als unt. Grenze)	42,7 Vol. % CO_2		52,2 Vol.% CO_2 in den ersten Tagen
Wirz	pH elektrometr. (Potentiometer nach Mislowitzer)	pH = 7,46 (7,38—7,54)	I. Hälfte pH = 7,49 (7,41 7,54) II. Hälfte pH = 7,49 (7,31 7,53)	Vor: pH = 7,47 (7,43 7,54) Nach: pH = 7,40 (7,31 7,53)	5. 12. Tag pH = 7,46 (7,37 7,51)

Die trotz zahlreicher Untersuchungen noch keineswegs endgültige zahlenmäßige Übereinstimmung in den Resultaten rechtfertigt die erneute Inangriffnahme der Frage nach dem Verhalten der Alkalireserve in der Schwangerschaft, unter der Geburt und im Wochenbett.

Bei den zu diesem Zweck angestellten eigenen Untersuchungen wurde das Kohlensäurebindungsvermögen im Plasma bestimmt.

Das zur Untersuchung verwandte Blut wurde grundsätzlich morgens bei der ruhenden und nüchternen Frau aus der Cubitalvene entnommen. Es wurde sofort nach der Entnahme verarbeitet. Bei der Entnahme des Blutes wurde sorgfältig darauf geachtet, daß eine längere Stauung vermieden wurde, um einer Änderung der Blutzusammensetzung durch Wasser- oder Elektrolytverlust vorzubeugen. Gestaut wurde lediglich in der kurzen Zeit bis zur Einführung der Kanüle in die Vene. Sobald die Kanüle in die Vene eingedrungen war, wurde die Stauung entfernt. Zur Verhinderung der Blutgerinnung und der Milchsäurebildung wurde die von Evans angegebene Lösung verwandt (0,002 pro ccm Blut). Diese Natriumfluoridlösung wurde in die zur Aufnahme des Blutes dienenden Röhrchen gegeben und an der Wandung derselben antrocknen lassen. Bei Zutritt des Blutes löst sich das Kristallhäutchen leicht mit dem Blut. Das Blut wurde dann bei 38° mit Luft gesättigt, die eine CO_2-Tension von 40 mm Hg enthält, unter Abschluß der atmosphärischen Luft zentrifugiert und das Kohlensäurebindungsvermögen im Plasma nach der gasometrischen Methode von van Slyke bestimmt. Verwandt wurde der Apparat mit geschlossenem Manometerrohr. Erwähnt sei, daß stets Doppelbestimmungen gemacht wurden und daß sämtliche Bestimmungen im Plasma erst dann durchgeführt wurden, nachdem durch eine große Reihe von Modellversuchen eine einwandfreie Arbeitsweise erwiesen war. Auch später wurden zwischen den Versuchen immer wieder Bestimmungen mit einer Modellösung von Na_2CO_3 gemacht, in der die CO_2 nahezu in blutgleicher Konzentration enthalten war. Die gefundenen Werte wurden unter Benutzung von der von van Slyke veröffentlichten Tabelle auf 18° Celsius umgerechnet.

In Tabelle 2 sind einige Beleganalysen, die mit 1 ccm einer Na_2CO_3-Modellösung ausgeführt wurden, angeführt. Alle Werte liegen innerhalb der bei der Methode erlaubten Schwankungsbreite.

Tabelle 2.

(Modellbest. mit einer Na_2CO_3-Lösung)

Erwartet waren 50,3 Vol. % CO_2, erhalten wurden folgende Werte:

Am 15. 10.:	Am 19. 10.:	Am 21. 10.:
1. 50,91 Vol. % CO_2	1. 50,2 Vol. % CO_2	1. 51,0 Vol. % CO_2
2. 50,83 „ „ „	2. 50,2 „ „ „	2. 50,5 „ „ „
3. 50,41 „ „ „		3. 50,8 „ „ „

Zunächst seien nun die bei organgesunden Nichtschwangeren gefundenen Werte angegeben (Tabelle 3).

Tabelle 3.

(Normalwerte der A.-R.)

Nr.	Name	Alter	Vol. % CO_2
1	T.K.	27	54,7
2	K.B.	24	56,1
3	K.H.	24	53,4
4	A.S.	50	55,8
5	H.P.	35	51,8
6	L.E.	21	51,5
7	S.H.	19	54,8
8	E.M.	24	52,8
9	F.G.	27	57,2
10	G.B.	45	60,6

Schwankungsbreite: 51,5—60,6
Mittel: 54,9

Von diesen Personen waren Nr. 5 und Nr. 6 zur Vornahme der eugenischen Sterilisation in der Klinik, Nr. 4 und Nr. 10 hatten klimakterische Beschwerden und Nr. 9 war wegen Sterilität in Behandlung. Von den übrigen Frauen ist nichts besonderes zu erwähnen. Die gefundenen Werte liegen alle innerhalb des von van Slyke für Plasma angegebenen Normalbereichs (50,0—67 Vol. %) der Mittelwert beträgt 54,9 Vol. % CO_2.

In einer 2. Versuchsreihe wurden gesunde Schwangere in den verschiedenen Monaten der Gravidität untersucht. Die gefundenen Werte sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Für die erste Hälfte der Schwangerschaft standen aus äußeren Gründen nur wenig Fälle zur Verfügung, daß sie im Zusammenhang betrachtet seien. Für die 2. Hälfte der Gravidität wurden die Werte für die einzelnen Monate getrennt angeführt.

Tabelle 4.

(Wert der A.-R. in der Gravidität)

Nr.	Name	Alter	Zahl der Grav.	Monat	Vol. % CO_2
1	M.L.	35	3	II.	46,7
2	E.W.	30	6	II.	53,5
3	R.L.	26	4	III.	53,8
4	E.M.	17	1	III.	51,4
5	M.R.	34	2	IV.	50,5
6	R.W.	24	1	V.	51,7

Schwankungsbreite: 46,7—53,8
Mittel: 51,3

Forsetzung von Tabelle 4.

Nr.	Name	Alter	Zahl der Grav.	Monat	Vol. % CO_2
7	P. K.	26	3	VI.	49,7
8	L. K.	26	5	VI.	51,4
9	R. B.	24	1	VI.	48,3
				Schwankungsbreite:	48,3—51,4
				Mittel:	49,8
10	A. K.	20	1	VII.	48,7
11	W. E.	22	1	VII.	48,0
12	L. K.	26	5	VII.	53,3
13	M. H.	23	1	VII.	41,8
14	M. K.	21	1	VII.	43,7
15	R. B.	24	1	VII.	51,9
16	M. A.	17	1	VII.	46,9
				Schwankungsbreite:	41,8—51,9
				Mittel:	47,8
17	E. K.	26	1	VIII.	49,6
18	L. S.	26	1	VIII.	49,0
19	A. S.	24	1	VIII.	50,2
20	K. B.	20	1	VIII.	47,2
21	A. S.	22	1	VIII.	48,2
22	R. H.	22	1	VIII.	46,0
23	A. R.	26	1	VIII.	50,2
24	M. H.	23	1	VIII.	48,9
25	M. K.	21	1	VIII.	50,5
				Schwankungsbreite:	45,9—50,5
				Mittel:	48,9
26	A. B.	30	1	IX.	46,2
27	E. K.	26	2	IX.	47.1
28	H. P.	20	1	IX.	48,2
29	H. S.	20	1	IX.	47,8
30	H. H.	23	2	IX.	50,7
31	H. P.	25	1	IX.	48,5
32	L. S.	26	1	IX.	49,5
33	M. A.	27	2	IX.	42,9
34	L. S.	30	1	IX.	45,7
35	E. S.	20	1	IX.	43,2
36	P. B.	22	2	IX.	44,9
37	M. S.	21	1	IX.	48,0
38	A. S.	22	1	IX.	51,2
39	L. S.	30	1	IX.	51,7
40	M. K.	20	1	IX.	48,8
41	L. M.	23	1	IX.	47,9

Fortsetzung von Tabelle 4.

Nr.	Name	Alter	Zahl der Grav.	Monat	Vol. % CO_2
42	A. S.	24	1	IX.	52,2
43	M. H.	23	1	IX.	46,9
44	L. K.	26	5	IX.	53,5
				Schwankungsbreite:	45,9 — 50,5
				Mittel:	48,2
45	F. W.	27	1	X.	47,3
46	F. H.	27	2	X.	48,3
47	L. S.	20	1	X.	47,5
48	A. B.	22	1	X.	51,2
49	H. P.	25	1	X.	45,2
50	G. M.	14	1	X.	48,9
51	E. K.	26	2	X.	44,8
52	H. P.	20	1	X.	42,8
53	H. H.	23	2	X.	47,5
54	L. S.	26	1	X.	48,0
55	M. A.	27	2	X.	48,0
56	P. B.	22	2	X.	49,6
57	A. R.	26	1	X.	44,4
58	M. S.	21	1	X.	52,3
59	M. K.	20	1	X.	50,1
60	L. K.	26	5	X.	53,7
				Schwankungsbreite:	42,8 — 53,7
				Mittel:	48,1

Erwähnt sei, daß bei einigen Schwangeren in den letzten Monaten der Gravidität gelegentlich Oedeme bestanden, und daß bei Fall 1, der uns durch die Poliklinik zuging aus naheliegenden Gründen von dem sonst streng eingehaltenem Grundsatz der Nahrungskarenz und der Ruhe abgesehen werden mußte. Vielleicht ist dadurch der relativ tiefliegende Wert zu erklären. In der ersten Hälfte der Schwangerschaft konnten nur 6 Personen untersucht werden. Die gefundenen Werte liegen alle — mit Ausnahme des ersten — in unmittelbarer Nähe der unteren Grenze des Normalbereichs. Die Zahlen bewegen sich zwischen 46,7 und 53,8 Vol. %. Der Mittelwert beträgt 51,3 Vol. %. Vom 6. Monat ab liegen alle Werte unterhalb der normalen unteren Grenze. Der Mittelwert für den 6. Monat beträgt 49,8, für den 7. Monat 47,8, für den 8. Monat 48,9, für den 9. Monat 48,2 und für den 10. Monat 48,1 Vol. %. Auffällig ist, daß die mittleren Werte der einzelnen Monate der 2. Hälfte der Gravidität konstant ungefähr in derselben Höhe liegen. Man könnte versucht sein, hieraus zu schließen, daß sich das Kohlensäurebindungsvermögen in dieser Zeit der Gravidität nur geringgradig verändert.

Untersuchungen, die bei einzelnen Schwangeren fortlaufend über mehrere Monate hin durchgeführt wurden, sprechen teils für, teils gegen diese Annahme (Tabelle 5).

Tabelle 5.

(Wert der A.-R. in der Gravidität)

Nr.	Name	Alter	Zahl d. Grav.	Monat der Gravidität				
				VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
1	E. K.	26	1	—	41,8	48,9	46,9	—
2	M. H.	23	1	—	—	49,6	47,1	44,8
3	L. S.	26	1	—	—	49,0	49,5	48,0
4	L. K.	26	5	51,4	53,3	—	53,5	53,7
5	A. S.	24	1	—	—	50,2	52,2	55,4
6	A. S.	22	1	—	—	48,2	51,2	51,1

In der 3. Versuchsreihe wurden bei 6 Kreissenden die Alkalireserve in der Eröffnungsperiode bestimmt (Tabelle 6).

Tabelle 6.

(Wert der A.-R. unter der Geburt)

Nr.	Name	Alter	Zahl d. Grav.	Vol. % CO_2
1	M. S.	22	2	40,2
2	M. S.	37	4	45,1
3	E. H.	33	2	40,8
4	E. S.	21	1	37,0
5	L. S.	25	1	43,5
6	L. B.	22	1	45,3

Schwankungsbreite: 37,0 – 45,3
Mittel: 42,0

Aus allen Fällen geht eindeutig ein weiteres Absinken unter der Geburt hervor, und zwar liegt der Mittelwert um 6.1 Vol. % tiefer als am Ende der Schwangerschaft und um 12,9 Vol. % tiefer als der mittlere Normalwert. Über das Verhalten des Kohlensäurebindungsvermögen im Wochenbett gibt Tabelle 7 Aufschluß.

Tabelle 7.

(Wert der A.-R. im Wochenbett)

Nr.	Name	Alter	Zahl d. Grav.	Wievielter Tag p. P.	Vol. % CO_2
1	E. S.	27	6	1	47,3
2	E. R.	25	5	1	44,8
3	B. H.		1	1	53,2

Fortsetzung von Tabelle 7.

Nr.	Name	Alter	Zahl d. Grav.	Wievielter Tag p. P.	Vol. % CO_2
4	W. K.	30	4	1	46,7
5	L. K.	19	1	2	47,8
6	E. F.	21	2	3	51,0
7	E. S.	21	1	3	53,7
8	A. J.	25	1	3	52,3
9	A. E.	34	2	3	55,3
10	M. L.	31	4	4	53,2
11	M. S.	23	2	4	51,1
12	M. N.	22	1	4	54,0
13	L. S.	29	2	5	50,7

Schwankungsbreite: 44,8—55,3
Mittel: 50,9

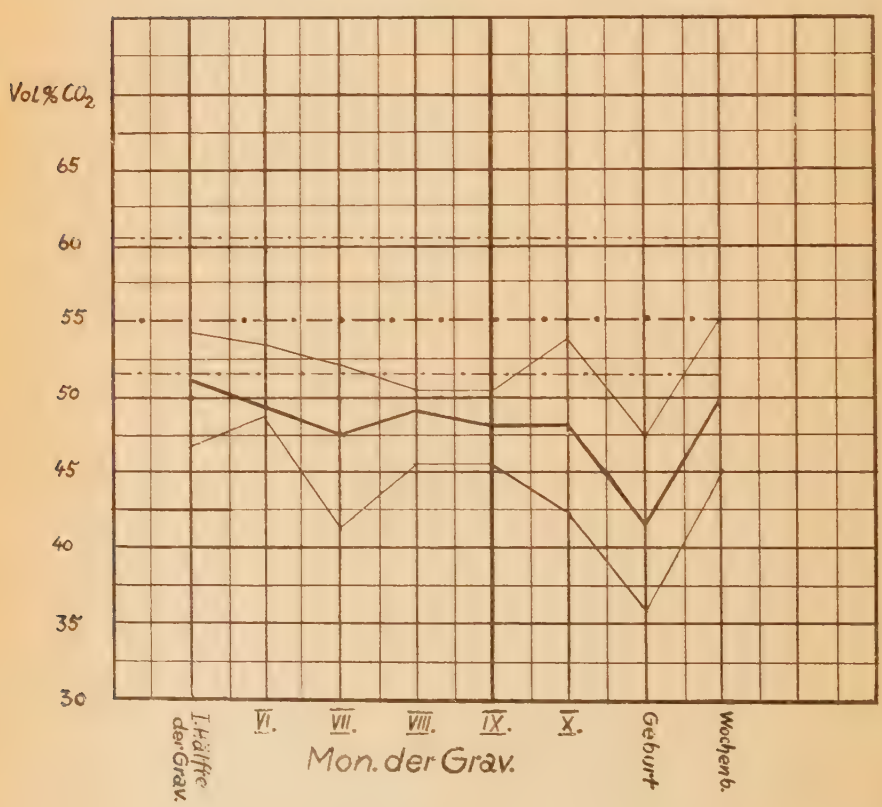

Fig. 1.
(— · — · — mittlerer Normalwert der A.-R. · · · · · zugehörige Grenzwerte.
——— Mittelwert der A.-R. für Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett.
——— zugehörige Grenzwerte.)

Man sieht nach dem Absinken unter der Geburt ein rasches Ansteigen der Werte. Am 3.—5. Tag liegen sämtliche Werte im Normalbereich. Der Mittelwert aus allen Zahlen der ersten 5 Wochenbettstage liegt etwa in gleicher Höhe wie die Durchschnittswerte für die erste Hälfte der Gravidität.

Einen Gesamtüberblick über das durchschnittliche Verhalten des CO_2-Bindungsvermögen während der Geburt, der Schwangerschaft und dem Wochenbett gewährt Fig. 1. Hier sind auch die einzelnen Mittelwerte direkt ablesbar. Man sieht eine Herabsetzung der Alkalireserve schon in der 1. Hälfte der Gravidität. In der 2. Hälfte liegen die Werte noch tiefer als in der ersten. Ein weiteres ziemlich schroffes Absinken erfolgt unter der Geburt. Im Wochenbett ist ein rascher Anstieg des CO_2-Bindungsvermögens zu finden.

Dies Ergebnis steht in guter Übereinsimmung mit den zahlreichen umstehend angeführten Arbeiten, aus denen einstimmig hervorgeht, daß die Alkalireserve während der Schwangerschaft vermindert ist, den tiefsten Stand unter der Geburt erreicht und im Wochenbett wieder einen Anstieg zeigt.

Am Schlusse meiner Arbeit ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. von Jaschke für das Arbeiten an der Klinik und Herrn Prof. Dr. Rossenbeck für die Überlassung des Themas und die Anregungen und Unterstützung bei der Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

Adlersberg und Kauders: Z. f. exp. Med. 47,466 (1926)
Albani: Ref. Ber. Gynäk. 9, 90
Behrendt, Berberich und Eufinger: Arch. Gynäk. 143, 537 (1930)
Bethe—v. Bergmann: Handbuch der norm. und path. Physiologie XVI/1
Blumreich: Arch. Gynäk. 143, 537 (1930)
Bock: Arch. Gynäk. 59, 699 (1899)
Bockelmann und Rother: Z. Gebh. 86, 329 (1929)
Burger und Rodwany: Ref. Ber. Gynäk. 18, 457
Burtscher und Malfatti: Arch. Gynäk. 143, 292 (1930)
„ „ „ Klin. Wschr. 16, 737 (1931)
Delli Veneri: Ref. Ber. Gynäk. 29, 344
Farkas und Scipiades: Ref. Ber. Gynäk. 29, 344
Gaebler und Rosene: Ref. Ber. Gynäk. 115, 190
Goldschmidt-Fürstner: Arch. Gynäk. 149, 205
Guidetto: Ref. Ber. Gynäk. 24, 646
Hasselbach und Gammeltoft Biochem. Z. 68, 241 (1915)
Kydd: Ref. Ber. Gynäk. 20, 829
Leimdörfer, Novak und Porges: Z. klin. Med. 75, 301 (1912)
Leon und Dambrosi: Ref. Ber. Gynäk. 21, 859
Lluisia: Z. f. Gebh. 110, 74 (1923)
Michaelis: Die Wasserstoffionenkonzentration (zit. nach Bockelmann und Rother)
Mahnert: Arch. Gynäk. 119, 407 (1923)
Osman, Arnold und Close: Ref. Ber. Gynäk. 119, 407 (1923)
Pascali: Ref. Ber. Gynäk. 19, 80
Rona: Prakt. d. physiol. Chem.
Rossenbeck: Arch. Gynäk. 145, 331 (1931)
Rowe: Ref. Ber. Gynäk. 11, 91
Scaglione: Ref. Ber. Gynäk. 11. 91
Schmidt und Wingen: Arch. Gynäk. 133, 127 (1928)
Seitz: Verh. d. dtsch. Ges. f. Gynäk. 21. Vers. Leipzig 1929
Berlin, Julius-Springer-Verlag 1929
Siderov: Ref. Ber. Gynäk. 17, 309
Siedentopf und Eißner: Z. Geb. 96, 76 (1930) und 97, 17
van Slyke: Bestimmung der Alkalireserve des Blutes (übersetzt von Dr. phil. E. Rossner, Halle a. d. Saale)
Weißman-Netter: Ref. Ber. Gynäk. 6, 325
Wieser: Gebh. 88, 108 (1924)
Williamson: Ref. Ber. Gynäk. 2, 389
Wirz: Arch. Gynäk. 139, 511 (1930)
Zangemeister: Z. f. Gebh. 49, 92 (1903).

Lebenslauf.

Am 21. November 1910 wurde ich, Hans Hinterlang, in Klein-Linden bei Gießen geboren. Ich besuchte zuerst die Volksschule in Klein-Linden, anschließend die Oberrealschule in Gießen, die ich Ostern 1930 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich studierte in Gießen und Wien Medizin. In Gießen bestand ich im Herbst 1932 die ärztliche Vorprüfung und im November 1935 das medizinische Staatsexamen. Das praktische Jahr verbrachte ich an der Universitätsfrauenklinik Gießen und an der Med. Klinik Gießen. Seit dem 3. Sept. 1936 bin ich als Volontär-Assistent an der Universitätsfrauenklinik Gießen tätig.